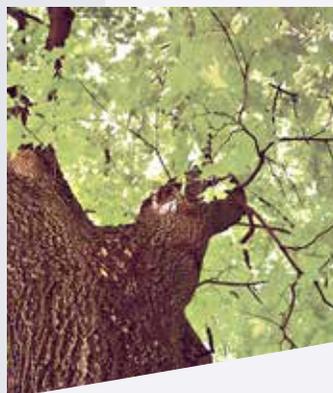




Bulletin d'information sur les
biocombustibles solides n° 2

INTRODUCTION AUX BIOCOMBUSTIBLES SOLIDES

DÉFINITIONS, CLASSES/CATÉGORIES ET PROPRIÉTÉS DES COMBUSTIBLES



Voici le deuxième d'une série de bulletins d'information qui est fondé sur la norme CAN/CSA-ISO 17225 – Biocombustibles solides – Classes et spécifications des combustibles. On y indique la terminologie et les définitions les plus importantes employées dans la norme, et on y explique les principes de base de la classification des biocombustibles solides en plus de fournir les détails sur les principales propriétés des combustibles et leur signification. Les numéros suivants portant sur les diverses catégories du bois de chauffage, des copeaux de bois, des briquettes et des granules de bois approfondiront les renseignements fournis dans ce bulletin. Ce numéro d'introduction aidera les utilisateurs et les consommateurs à poser les questions appropriées et à prendre des décisions éclairées à l'achat de biocombustibles solides.

Les normes CAN/CSA-ISO 16559 et CAN/CSA-ISO 17225 – Parties 1 à 8 visant les biocombustibles solides énoncent la terminologie et les définitions, les classifications, les formes sous lesquelles ils sont vendus, les classes et les spécifications des propriétés de ces biocombustibles¹. Le principe adopté pour la classification des biocombustibles solides en vertu de la norme CAN/CSA-ISO repose sur les critères suivants :

- l'origine et la source
- les formes sous lesquelles ils sont généralement vendus
- les propriétés des combustibles

Classification selon l'origine et la source : Les principales origines de la biomasse brute, telles que classifiées selon un système hiérarchique en vertu de la norme CAN/CSA-ISO 17225 – Partie 1, comprennent :

- la biomasse ligneuse
- la biomasse herbacée
- la biomasse fruitière
- la biomasse aquatique
- les assemblages et les mélanges de biomasses

Bois de chauffage



Copeaux de bois



Briquettes



Granules de bois



Les principaux groupes susmentionnés sont eux-mêmes divisés pour former un deuxième niveau de classification afin d'en différencier les sources (tableau 1). La classification en fonction des sources établit la distinction à savoir si la biomasse ligneuse (Classification 1) provient de bois vierge issu de forêts et de plantations (Classification 1.1), de sous-produits/résidus de l'industrie (Classification 1.2) ou de bois usagé (Classification 1.3). Les groupes présentés au tableau 1 sont divisés en un troisième sous-groupe.

Au Canada, la biomasse ligneuse provient le plus souvent des sources suivantes :

- Les résidus d'exploitation – générés lors de la coupe d'arbres, comprennent les branches, les cimes et les billes de faible valeur. Toutes ces sources de biomasse sont regroupées dans la Classification 1.1.4.

- Les sous-produits et résidus issus des activités de transformation du bois – comme les dosses, la sciure de bois, les rabotures et l'écorce. La sciure de bois et les rabotures servent principalement à former des granules de bois et des briquettes. L'expression « non traités chimiquement » sert à décrire les résidus générés par les processus d'écorçage, de sciage ou de réduction de taille, de rabotage et de pressage (Classification 1.2.1).

Il existe d'autres sources de biomasse ligneuse, mais elles sont disponibles en quantité limitée et présentement leur usage est restreint.

- Le bois trié et recueilli dans les parcs et les jardins, le bois récolté lors de l'entretien des bords de chemin, dans les vignobles et les vergers et le bois recueilli sur le bord d'un lac sont regroupés dans la Classification 1.1.7.

Tableau 1. Classification hiérarchique et classes de la biomasse ligneuse (Classification 1) selon l'origine et la source*

1.1 Forêt, plantation et bois vierge		Classe A	Classe B
1.1.1	Arbres entiers sans racines	Oui	Oui
1.1.2	Arbres entiers avec racines	Non	Oui
1.1.3	tronc marchand (ou bois de tige marchand)	Oui	Oui
1.1.4	Résidus d'exploitation**	Non	Oui
1.1.6	Écorce (issue d'opérations forestières)	Non	Oui
1.1.7	Bois trié récolté dans les jardins, les parcs, lors de l'entretien des bords de chemin, dans les vignobles, les vergers, bois recueilli sur le bord d'un lac	Non	Oui

1.2 Sous-produits et résidus produits par l'industrie de la transformation du bois		Classe A	Classe B
1.2.1	Sous-produits et résidus de bois, et substances ligneuses non traités chimiquement**	Oui	Oui
1.2.2	Sous-produits et résidus de bois, et substances ligneuses traités chimiquement***	Non	Oui

1.3 Bois usagé****		Classe A	Classe B
1.3.1	Bois usagé non traité chimiquement	Non	Oui

* Ce bulletin porte sur les biocombustibles solides réservés à des applications de chauffage résidentielles, commerciales et institutionnelles, c.-à-d., les classes A et B; les biocombustibles solides de catégorie industrielle, Classe (I), sont exclus. Sont également exclus les assemblages et les mélanges de matières brutes.

** La biomasse ligneuse des classifications 1.1.4 et 1.2.1 constitue la principale source de production de biocombustibles solides au Canada.

*** Pour être admissibles, les sous-produits et résidus de bois traités chimiquement ne doivent contenir aucun métal lourd ni composé organique halogéné résultant d'un traitement avec des agents ou des revêtements de préservation du bois.

**** Pour être admissible, le bois usagé ne doit contenir aucun métal lourd ni composé organique halogéné résultant de son usage ou d'un traitement avec des agents ou des revêtements de préservation du bois.

Tableau 2. Comparaison des principales spécifications des propriétés de biocombustibles solides et de combustibles fossiles sélectionnés

Type de combustible	Masse volumique* (kg/m ³)	Masse volumique* (lb/pi ³)	Pouvoir calorifique supérieur selon la masse (MJ/kg)	Pouvoir calorifique supérieur selon la masse (Btu/lb)
Copeaux de bois (teneur en humidité d'environ 45 %, non tassés)	300-400	19-25	10-11	4 300-4 700
Bois de chauffage (empilé; séché à l'air, teneur en humidité d'environ 25 %)	300-500	19-31	14-15	6 200-6 500
Granules de bois** (teneur en humidité de moins de 10 %)	550-800	34-50	18-20	7 700-8 500
Mazout (N° 2)	850	53	42	18 000
Propane (GPL)***	1,7	0,12	50	21 500
Gaz naturel	0,7-0,9	0,04-0,06	43	19 000

* En règle générale, la masse volumique apparente s'applique aux biocombustibles solides (voir la section intitulée Masse volumique apparente), tandis que la masse volumique s'applique aux combustibles fossiles gazeux et liquides.

** La masse volumique apparente des granules de bois est généralement d'environ 650 à 700 kg/m³.

*** Gaz de pétrole liquéfié (GPL).

- Le bois usagé ou les résidus de bois de postconsommation – comme le bois de construction, les palettes et les emballages en bois – figurent dans la Classification 1.3.

Formes sous lesquelles sont généralement vendus les biocombustibles solides : La norme CAN/CSA-ISO 17225 – Partie 1¹ établit la classification des biocombustibles solides selon les formes et la taille sous lesquelles ils sont généralement vendus. La forme et la taille ont une incidence sur le stockage, la manutention et les propriétés de combustion du combustible. Les formes sous lesquelles les biocombustibles solides sont les plus souvent vendus au Canada sont les suivantes :

- bois de chauffage
- briquettes de bois
- copeaux de bois
- granules de bois

Les propriétés physiques et chimiques des biocombustibles solides varient en fonction de chacune des formes. Voici certaines des catégories prises en compte dans les spécifications :

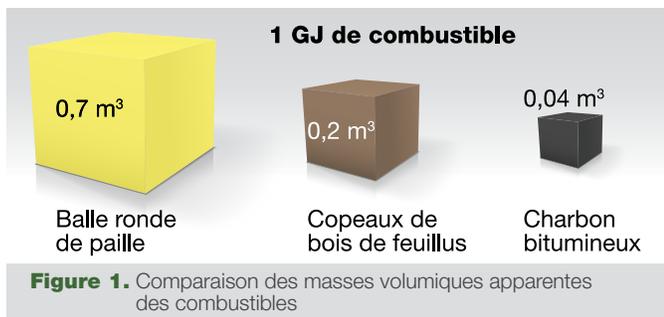
- Cendres
- Teneur en humidité
- Masse volumique apparente
- Pouvoir calorifique
- Taille des particules (diamètre/longueur)

Classification selon les propriétés : La norme CAN/CSA-ISO 17225 – Parties de 2 à 5¹ établit les classes pour les formes les plus courantes des biocombustibles solides en fonction de (i) l'origine et de la source et (ii) des spécifications des propriétés. Les désignations établissent la distinction selon les types d'application. Les classes A et B conviennent aux applications de chauffage résidentielles, commerciales et institutionnelles; la classe I convient aux utilisations industrielles. Les désignations de classe peuvent être utilisées à la fois par les acheteurs et les vendeurs dans les contrats et les fiches de spécifications afin d'éliminer toute confusion et de préciser clairement la spécification de combustible requise.

Du point de vue d'un acheteur de combustible ou d'un exploitant, l'élément important et utile qu'il doit connaître au sujet du biocombustible est à savoir s'il respecte les normes appropriées, de la classe, de la classification et des spécifications du biocombustible, et non la manière dont il est produit. Les sections suivantes présentent les propriétés des combustibles les plus importantes.

Masse volumique apparente (MVA)

La masse volumique apparente désigne la masse des particules d'un combustible solide divisée par le volume total qu'elles occupent (p. ex., kg/m³). Plus un biocombustible solide est dense, plus il contient d'énergie par volume (tableau 2). Les biocombustibles solides qui présentent une plus grande masse volumique apparente sont plus économiques à transporter et prennent moins d'espace lors du stockage.



Teneur en humidité (H)

La teneur en humidité désigne la quantité d'eau qu'un combustible renferme. La teneur en humidité est mesurée le plus souvent à l'état humide, et devient ainsi une fraction du poids total d'un échantillon (p. ex., une teneur en humidité de 20 p. 100 indique que l'eau représente 20 p. 100 du poids d'un biocombustible solide).

La norme CAN/CSA-ISO 17225 – Parties 1 à 8 définit la fourchette de teneur en humidité pour chaque type de classes de biocombustibles solides. Une teneur en humidité élevée comporte plusieurs désavantages, notamment des coûts de transport plus élevés par unité d'énergie, des risques de dégradation causée par les activités fongiques et bactériennes lors du stockage (compostage), l'auto-chauffage et le dégagement gazeux. Une teneur en humidité élevée diminue également la quantité d'énergie utile obtenue à la combustion puisqu'une plus grande quantité d'énergie est nécessaire pour évaporer l'eau. Les combustibles extrêmement secs causent d'autres types de problèmes, produisant une quantité excessive de fines particules et de poussières, entraînant ainsi un risque d'explosion.

En règle générale, l'équipement de chauffage commercial ne peut tolérer d'être alimenté que par des biocombustibles solides affichant un maximum de teneur en humidité d'environ 50 p. 100 (à l'état humide). Par conséquent, le séchage est une étape importante, autant que l'entreposage des biocombustibles au sec.

Pouvoir calorifique (Q)

Le pouvoir calorifique est une mesure du contenu en énergie. Il désigne la quantité de chaleur qui peut être dégagée par la combustion complète d'une quantité précise de combustible, et il est exprimé en mégajoules par kilogramme (MJ/kg) ou en unités thermiques britanniques par livre (BTU/lb) (tableau 2). Le pouvoir calorifique est synonyme de puissance calorifique et de chaleur de combustion.

L'expression « pouvoir calorifique supérieur » (PCS), ou pouvoir calorifique brut, est employée couramment en Amérique du Nord et comprend la chaleur de vaporisation de l'eau formée par la combustion du combustible. Quant à l'expression « pouvoir calorifique inférieur » (Pci), elle est plus courante en Europe et ne comprend pas la chaleur de condensation de la vapeur d'eau. Pour la biomasse, on constate un pouvoir calorifique d'environ 5 à 8 p. 100 plus important selon les mesures du PCS par rapport au Pci (figure 2); cela porte souvent à confusion lorsque l'on compare l'efficacité énergétique entre différents systèmes.

La teneur en humidité est le facteur qui a le plus d'incidence sur le pouvoir calorifique. Cependant, la teneur en cendres, la composition chimique et la masse volumique apparente influencent également à divers degrés le pouvoir calorifique. Les essences de bois ont peu d'effet sur le pouvoir calorifique. À l'achat de combustibles issus de la biomasse, le paiement devrait être établi en fonction du contenu en énergie (\$/MJ).

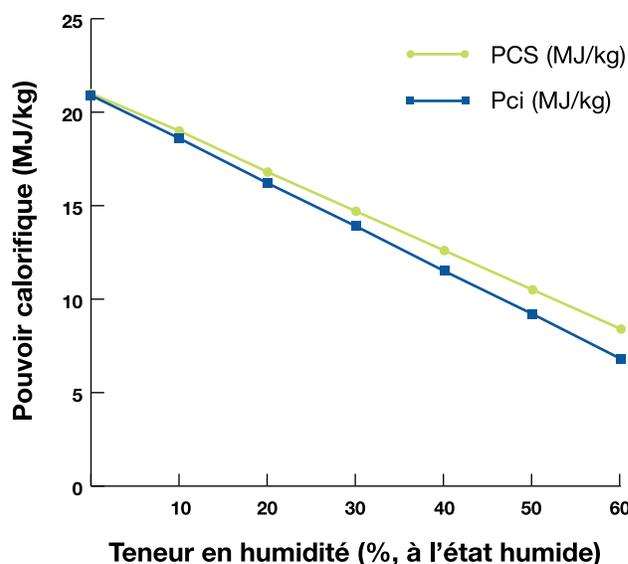


Figure 2. Incidence de la teneur en humidité sur le pouvoir calorifique (PCS et Pci) d'un biocombustible solide.

Cendres (C)

Les cendres désignent les résidus inorganiques de la combustion d'un carburant, généralement exprimées sous forme de pourcentage de la masse de matière sèche contenue dans le biocombustible solide.

En règle générale, les biocombustibles solides issus de la biomasse ligneuse ont une faible teneur en cendres. La teneur en cendres augmente principalement en fonction de la teneur en écorce, de la contamination par le sol ou le sable, et des additifs inorganiques ou traitements chimiques, comme la peinture ou des agents de préservation. Les minéraux qui composent les cendres sont formés principalement de métaux alcalins (comme le calcium, le potassium et le sodium), de magnésium et de silice. La combustion produit deux types de cendres : les cendres résiduelles et les cendres volantes. Les cendres résiduelles se déposent

au fond, sous les grilles du foyer ou de la chaudière, alors que les cendres volantes sont transportées dans les tuyaux d'échappement avec le gaz de combustion chaud; ce sont des particules très fines et principalement inorganiques. Une portion de ces cendres volantes s'accumule sur les surfaces de la chaudière (produisant un encrassement); les cendres les plus fines sont rejetées dans l'atmosphère sous forme de matières particulaires. Dans un système à combustion type avec grilles, environ 98 p. 100 des cendres se déposent au fond et 2 p. 100 deviennent des cendres volantes.

La présence de métaux alcalins diminue la température de ramollissement et de fusion des cendres (de 1 700 °C pour la silice pure à moins de 800 °C), ce qui pourrait entraîner la formation de particules agglomérées ou de scories (cendres agglomérées sous forme vitreuse). Par conséquent, il est important de veiller à conserver la température aux grilles sous 750 °C afin de prévenir la formation de scories et l'arrêt prématuré de la chaudière.

Taille des particules (TP)

Les biocombustibles solides peuvent être d'une taille uniforme, par exemple les granules ou les briquettes de bois, ou de tailles différentes variant de quelques centimètres à plus de 50 cm, comme c'est le cas pour les copeaux de bois.

La norme CAN/CSA-ISO 17225 – Parties 1 à 8 établit des valeurs précises tant pour la fourchette de taille acceptable des particules que pour la quantité minimale autorisée de matière de taille acceptable pour chaque forme sous laquelle sont vendus les biocombustibles solides et leurs classes. La norme décrit la répartition appropriée pour la majorité du combustible, soit la fraction principale, ainsi que les fractions ou portions fines (petites particules) et grosses (particules de grand diamètre). Les particules fines, de moins de 3,15 mm (moins d'un huitième de pouce), posent des problèmes sur le plan du rendement de la combustion, puisqu'elles circulent dans la chaudière sans brûler. Les particules très fines posent un risque de formation de poussières, d'incendie ou même d'explosion (en présence d'une source d'inflammation) durant la manutention et l'entreposage. Les grosses particules désignent des matériaux de calibre supérieur, des fragments longs et minces, qui peuvent causer des problèmes dans les systèmes d'alimentation (en congestionnant les vis sans fin) et elles risquent d'être éliminées par le système d'évacuation des cendres sans avoir subi une combustion complète.

Il faut s'assurer de choisir des biocombustibles solides de qualité supérieure, favorisant un fonctionnement efficace et propre, pour l'équipement de chauffage alimenté à la biomasse employé dans les applications commerciales et institutionnelles de petite envergure, comme les édifices gouvernementaux, les hôpitaux, les écoles et les entrepôts.

Les dimensions et la composition granulométrique d'un combustible déterminent non seulement le système d'alimentation approprié mais ont aussi une incidence sur la combustion. Les granules, par exemple, passent par des alimenteurs automatiques, alors que le bois de chauffage doit être mis manuellement dans le foyer ou la chaudière. Une chaudière conçue pour fonctionner au moyen de copeaux de bois pourrait ne pas fonctionner de façon optimale lorsqu'alimentée à l'aide de briquettes puisque le système de manutention du combustible pourrait ne pas être en mesure de transporter les briquettes de plus grande taille et que la chambre de combustion de la chaudière risquerait de ne pas brûler adéquatement les briquettes plus denses et plus grosses. Par conséquent, il importe de bien comprendre l'interaction de la taille des particules avec le système d'alimentation et la chambre de combustion de la chaudière.

La taille des particules se mesure en passant au crible un volume connu de combustible (généralement huit litres ou deux gallons) dans un agitateur mécanique. Il est fortement recommandé de procéder à une inspection visuelle du biocombustible afin de vérifier s'il n'est pas constitué d'une trop grande quantité de particules fines ou de matériaux grossiers.

Glossaire

Sous-produit de la biomasse : Produit secondaire qui est produit lors de la fabrication de produits du bois (par exemple, la sciure de bois et les rabotures).

Résidus de la biomasse : Biomasse issue d'activités forestières ou d'opérations industrielles parallèles bien définies (comme les résidus d'exploitation, y compris les cimes et les branches).

Liants et additifs : Matières introduites intentionnellement dans la production de granules et de briquettes de bois afin de rendre la production plus efficace, d'améliorer la durabilité et la qualité (c.-à-d., les propriétés de combustion), et de réduire les émissions atmosphériques.

Biomasse ligneuse non traitée chimiquement : Résidus générés par les processus d'écorçage, de sciage ou de réduction de taille, de rabotage et de pressage.

Biomasse ligneuse traitée chimiquement : Résidus générés par la production de panneaux et de meubles (contenant de la colle, de la peinture, des vernis ou de la laque) sans métaux lourds ni composés organiques halogénés à des niveaux dépassant ceux que l'on trouve habituellement dans les matériaux vierges.

Contaminants : Impuretés présentes dans un biocombustible solide, y compris les substances telles que la peinture, le caoutchouc et les plastiques, et que l'on trouve le plus souvent dans les combustibles issus de bois de postconsommation.

Substances étrangères : Matière étrangère qui se joint à la biomasse ou au biocombustible solide durant la récolte, l'abattage, la transformation, le transport et le stockage. Ces substances pourraient prendre les formes suivantes : pierres, roches, verre et métaux. La présence de substances étrangères contribue à augmenter la teneur en cendres des biocombustibles solides.

Unités et conversions

Préfixes d'unités métriques

MJ/kg* - Mégajoules par kilogramme

BTU/lb - Unités thermiques britanniques par livre

kWh/kg - Kilowattheure par kilogramme

* 1 MJ/kg = 1 gigajoule/tonne (GJ/t)

Kilo (k) = Multiplicateur de 1 000

Méga (M) = Multiplicateur de 1 000 000

Giga (G) = Multiplicateur de 1 000 000 000

Volume

1 corde = 128 pi³ apparent (4x4x8 pi) = 3,6 m³ apparent (bois de chauffage empilé)

1 mètre cube = 35,3 pieds cubes

1 000 litre (L) = 1 m³

Poids

Tonne métrique (t) = tonne = 1 000 kilogrammes = 2 205 lb

Tonne impériale ou tonne longue =

1 016 kilogrammes = 2 240 lb

Tonne américaine ou courte = 907 kilogrammes = 2 000 lb

Convertir de **tonne longue** à **tonne métrique**, multiplier par 1,016

Convertir de **tonne courte** à **tonne métrique**, multiplier par 0,9072

Énergie et masse volumique

Convertir de **MJ/kg** à **kWh/kg**, multiplier MJ/kg par 0,2778

Convertir de **MJ/kg** à **BTU/lb**, multiplier MJ/kg par 430

Convertir de **BTU/lb** à **MJ/kg**, multiplier Btu/lb par 0,002326

Convertir de **MJ/m³** à **BTU/pi³**, multiplier MJ/m³ par 26,84

Convertir de **BTU/pi³** à **MJ/m³**, multiplier Btu/pi³ par 0,0373

Équivalents de combustible

1 000 litres (L) de mazout de chauffage **équivalent**

(en puissance calorifique) à :

environ 5 à 8 m³ de bois de chauffage sec empilé (H de 20 %)

10 à 12 m³ de copeaux de bois (H de 45 %, en vrac, non tassés)

environ deux tonnes métriques (ou environ 3 m³) de granules de bois

Exemple : Au Canada, la majorité des installations de production de biochaleur se trouvent dans des édifices publics comme des écoles, des résidences pour personnes âgées ou des campus ont une capacité inférieure à 1 MWth. Afin d'illustrer la quantité de biocombustibles solides ligneux qui serait requise annuellement, une chaudière d'une capacité de 500 kW (puissance

thermique) a été choisie comme exemple. Le tableau 3 compare la consommation annuelle calculée de combustible associée aux granules de bois et aux copeaux de bois pour deux niveaux d'efficacité de chaudière différents.

Hypothèses :

- Environ 1 800 heures de fonctionnement à plein régime par année
- Granules de bois - Classe A2; H de 8 %, à l'état humide; MVA = 16,5 MJ/kg (4,6 kWh/kg), tels que reçus
- Copeaux de bois - Classe A2; H de 35 %, à l'état humide; MVA = 12 MJ/kg (3,3 kWh/kg), tels que reçus
- Copeaux de bois - Classe B1; H de 50 %, à l'état humide; MVA = 9,3 MJ/kg (2,6 kWh/kg), tels que reçus

Tableau 3. Comparaison des quantités de combustible annuelles en fonction des biocombustibles solides, de la teneur en humidité et de l'efficacité de la chaudière

Biocombustibles solides	Quantité de combustible (tonnes métriques/année)	Quantité de combustible (tonnes métriques/année)
Efficacité de la chaudière	70 %	85 %
Granules de bois (A2-M10)	280	230
Copeaux de bois (A2-M35)	395	325
Copeaux de bois (B1-M50)	500	410

Références et liens

1. Groupe CSA – <http://www.csagroup.org/fr/> pour la norme CAN/CSA-ISO 17225 Biocombustibles solides - Classes et spécifications des combustibles – Parties 1 à 8
2. Ressources naturelles Canada – www.rncan.gc.ca pour la série de bulletins d'information sur les biocombustibles

Remerciements

Ce bulletin d'information a été préparé en collaboration avec l'Institut forestier du Canada, FPIInnovations, le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) de l'Ontario, le Pembina Institute, la Wood Pellet Association of Canada et le projet *Wood Waste to Rural Heat*.

